

ОТЗЫВ
на автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата
физико-математических наук
Смолиной Екатерины Олеговны
на тему: «Структура и динамика локализованных состояний в линейных и
нелинейных топологических фотонных решетках»
по специальности 1.3.4. Радиофизика

Диссертационная работа Смолиной Е.О. посвящена актуальной и быстро развивающейся области — топологической фотонике. В ней предложен комплексный теоретический подход, сочетающий аналитические методы (в том числе эффективные дираковские модели), численное моделирование и современные методы машинного обучения, для изучения локализованных состояний в топологических фотонных структурах. Рассмотрены как волноводные решётки, так и гибридные метаповерхности, включая системы с неэрмитовостью и нелинейностью.

Основная цель диссертационной работы состоит в создании единого теоретического подхода к описанию линейных и нелинейных топологических фотонных систем, объединяющего аналитическое моделирование, численные методы и современные инструменты машинного обучения. Разработанный аппарат был применён для исследования ключевых физических явлений: динамики краевых импульсов, пространственной структуры мод, локализованных на топологических дефектах, а также механизмов идентификации топологических фаз в реалистичных фотонных системах.

Наиболее значимые научные результаты работы включают:

- Разработку оригинальной теоретической модели нелинейной динамики краевых импульсов в топологических фотонных решётках на основе модифицированных дираковских уравнений. В рамках этой модели впервые показано, что нелинейная зависимость групповой скорости от интенсивности поля подавляет развитие длинноволновых возмущений, обеспечивая устойчивость краевых волн — эффект, не описанный ранее в литературе по топологической фотонике.
- Демонстрацию принципиальной возможности диагностики топологических фаз в неэрмитовых фотонных решётках без восстановления фазы поля. Предложенный метод основан на обучении нейросетевой модели распределения интенсивности на выходе системы и открывает путь к прямому применению в эксперименте, где фазовые измерения зачастую технически сложны или невозможны.
- Комплексное (аналитическое, численное и экспериментальное) исследование моды, локализованной на Y-образном топологическом дефекте в гибридной фотон-фононной метаповерхности. Впервые выявлены и охарактеризованы уникальные поляризационные свойства её дальнего поля: трёхлепестковая диаграмма направленности, сопровождаемая спиральной поляризационной сингулярностью, что подтверждено как расчётами, так и измерениями.

В ходе прочтения автореферата возникли вопросы, требующие доработки и пояснения, не влияющие на общее положительное впечатление от работы:

1. По содержанию в главе 1, а также далее по тексту приводятся разнообразные примеры гамильтонианов, используемых в работе. Следует более конкретно указать, к каким классам систем могут быть применимы, в том числе потенциально, используемые в работе подходы.

2. В главе 3 используется нейросетевой алгоритм классификации топологических классов систем. Однако нет указания конкретных параметров, таких как размер датасета и других критичных данных для систем машинного обучения, позволяющих оценить достоверность результатов.

Работа отличается высоким научным уровнем, логичной структурой и внутренней согласованностью. Полученные результаты обладают научной новизной: впервые предложены методы определения топологических фаз по распределению интенсивности, описана нелинейная устойчивость краевых мод, разработаны подходы к автоматическому выводу эволюционных уравнений на основе данных, а также впервые проанализированы поляризационные свойства дальнего поля Y-образных топологических дефектов в гибридных фотон-фононных системах. Все выводы подтверждены либо численным моделированием, либо (в части метаповерхностей) экспериментально.

Автореферат чётко отражает содержание диссертации, соответствует требованиям ВАК и демонстрирует высокую квалификацию соискателя. Основные положения работы опубликованы в ведущих международных журналах (включая Physical Review Letters, Nature Communications), а результаты активно апробированы на конференциях.

Диссертация соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Смолина Екатерина Олеговна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.4 — радиофизика.

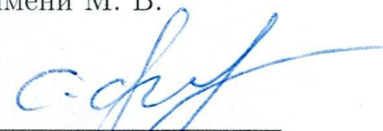
Даю согласие на обработку персональных данных.

Отзыв составил:

кандидат физико-математических наук по специальности 01.04.21 Лазерная физика, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова»,

119991, г. Москва, Ленинские горы, дом 1, стр. 2

Свяховский Сергей Евгеньевич


13 ноября 2025 г.

Контактные данные: Тел.: +79175676277. E-mail: sse@shg.ru

Подпись Свяховского С.Е. удостоверяю:
ученый секретарь
д.ф.-м.н.




Стремоухов С.Ю.